

日本国特許庁
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されて
る事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed
with this Office.

出願年月日 2004年 1月28日
Date of Application:

願番号 特願2004-020397
Application Number:

[T. 10/C]: [JP 2004-020397]

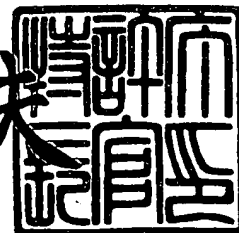
願人 日本碍子株式会社
Applicant(s):

CERTIFIED COPY OF
PRIORITY DOCUMENT

2004年 4月28日

特許庁長官
Commissioner,
Japan Patent Office

今井康夫



【書類名】 特許願
【整理番号】 WP04632
【提出日】 平成16年 1月28日
【あて先】 特許庁長官 今井 康夫 殿
【国際特許分類】 F27B
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内
 【氏名】 蔵島 吉彦
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内
 【氏名】 半澤 茂
【発明者】
 【住所又は居所】 愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号 日本碍子株式会社内
 【氏名】 本多 俊彦
【特許出願人】
 【識別番号】 000004064
 【氏名又は名称】 日本碍子株式会社
【代理人】
 【識別番号】 100088616
 【弁理士】
 【氏名又は名称】 渡邊 一平
【先の出願に基づく優先権主張】
 【出願番号】 特願2003-197289
 【出願日】 平成15年 7月15日
【手数料の表示】
 【予納台帳番号】 009689
 【納付金額】 21,000円
【提出物件の目録】
 【物件名】 特許請求の範囲 1
 【物件名】 明細書 1
 【物件名】 図面 1
 【物件名】 要約書 1
 【包括委任状番号】 9001231

【書類名】 特許請求の範囲**【請求項 1】**

流入したメタンを含む燃料を燃焼させて燃焼ガスを発生させる燃焼手段と、前記燃焼ガスにより、その内部に搬入された被焼成体を加熱して焼成する焼成炉本体とを備える焼成炉であって、

前記焼成炉本体内に配設され、内部にメタン改質触媒が充填され、そこに流入したメタンを主成分とする改質用メタン副燃料及び水蒸気からなる改質原料を、前記燃焼ガスにより加熱しながら前記メタン改質触媒に接触させることにより前記改質原料の中の前記メタンと前記水蒸気とを反応させて水素及び二酸化炭素からなる改質ガスを生成させるメタン改質器と、

前記メタン改質器で生成した前記改質ガスを内部に流入させて前記改質ガスの中の前記水素を選択的に分離して水素を主成分とする水素燃料と二酸化炭素を含有する残留ガスとに分離させる水素分離器と、

前記水素分離器で分離された前記残留ガスの中の二酸化炭素をガスの状態で外部に放出されないように固定化させる二酸化炭素固定器とをさらに備え、

前記燃焼手段が、流入したメタンを主成分とする混合用メタン主燃料と前記水素分離器で分離された前記水素燃料の全部又は一部との混合燃料を燃焼させて前記燃焼ガスを発生させることにより、前記燃焼ガス中の二酸化炭素含有量を低減させることが可能な焼成炉。

【請求項 2】

水素と酸素又は空気とを反応させることにより発電する燃料電池をさらに備え、前記水素として、前記燃焼手段が前記水素分離器で分離された前記水素燃料の一部を用いた前記混合燃料を燃焼させる場合に、前記水素燃料の残りの部分を使用して酸素又は空気と反応させて燃料電池により発電させることができる請求項 1 に記載の焼成炉。

【請求項 3】

前記改質用メタン副燃料と前記混合用メタン主燃料との体積比（改質用メタン副燃料：混合用メタン主燃料）が 5：95～100：0 である請求項 1 又は 2 に記載の焼成炉。

【請求項 4】

前記焼成炉本体が、前記被焼成体を連続的にその内部に搬入し、前記被焼成体を内部で加熱した後に連続的にその外部に搬出する連続式焼成炉本体である請求項 1～3 のいずれかに記載の焼成炉。

【請求項 5】

前記改質用メタン副燃料及び前記混合用メタン主燃料の中の少なくとも一方が液化天然ガス（LNG）である請求項 1～4 のいずれかに記載の焼成炉。

【請求項 6】

前記被焼成体の材質がセラミックである請求項 1～5 のいずれかに記載の焼成炉。

【請求項 7】

前記被焼成体がハニカム構造体である請求項 1～6 のいずれかに記載の焼成炉。

【請求項 8】

流入したメタンを含む燃料を燃焼させて燃焼ガスを発生させる燃焼手段と、前記燃焼ガスにより、その内部に搬入された被焼成体を加熱して焼成する焼成炉本体とを備える焼成炉であって、

前記焼成炉本体内に配設され、内部にメタン改質触媒が充填され、そこに流入したメタンを主成分とする改質用メタン副燃料及び水蒸気からなる改質原料を、前記燃焼ガスにより加熱しながら前記メタン改質触媒に接触させることにより前記改質原料の中の前記メタンと前記水蒸気とを反応させて水素及び二酸化炭素からなる改質ガスを生成させるメタン改質器と、

前記メタン改質器で生成した前記改質ガスを内部に流入させて前記改質ガスの中の前記水素を選択的に分離して水素を主成分とする水素燃料と二酸化炭素を含有する残留ガスとに分離させる水素分離器と、

前記水素分離器で分離された前記水素燃料を含有する燃料電池用水素と酸素又は空気とを反応させることにより発電する燃料電池とをさらに備え、

前記焼成炉本体内で、前記燃焼ガスが有する熱の一部を使用して前記メタン改質器で前記水素を含有する前記改質ガスを発生させ、前記水素分離器により前記改質ガスから前記水素燃料を分離し、前記水素燃料を前記燃料電池用水素として前記燃料電池で発電に使用し、前記燃焼ガスが有する熱エネルギーの一部を電気エネルギーに変換することが可能な焼成炉。

【請求項 9】

前記水素分離器で分離された前記残留ガスの中の二酸化炭素をガスの状態で外部に放出されないように固定化させる二酸化炭素固定器をさらに備えた請求項 8 に記載の焼成炉。

【請求項 10】

前記焼成炉本体が、前記被焼成体を連続的にその内部に搬入し、前記被焼成体を内部で加熱した後に連続的にその外部に搬出する連続式焼成炉本体である請求項 8 又は 9 に記載の焼成炉。

【請求項 11】

前記被焼成体の材質がセラミックである請求項 8 ～ 10 のいずれかに記載の焼成炉。

【請求項 12】

前記被焼成体がハニカム構造体である請求項 8 ～ 11 のいずれかに記載の焼成炉。

【請求項 13】

燃焼手段にメタンを含む燃料を流入させて燃焼させることにより燃焼ガスを発生させ、前記燃焼手段で発生した前記燃焼ガスを焼成炉本体内部に導入し、前記燃焼ガスにより、その内部に搬入された被焼成体を加熱して焼成する焼成方法であって、

内部にメタン改質触媒が充填され、前記焼成炉本体内に配設されたメタン改質器に、メタンを主成分とする改質用メタン副燃料及び水蒸気からなる改質原料を流入させ、前記改質原料を前記燃焼ガスにより加熱しながら前記メタン改質触媒に接触させることにより前記改質原料の中の前記メタンと前記水蒸気とを反応させて水素及び二酸化炭素からなる改質ガスを生成させ、

前記メタン改質器で生成した前記改質ガスを水素分離器の内部に流入させて前記改質ガスの中の前記水素を選択的に分離して水素を主成分とする水素燃料と二酸化炭素を含有する残留ガスとに分離させ、

前記燃焼手段に、メタンを主成分とする混合用メタン主燃料と前記水素分離器で分離された前記水素燃料の全部又は一部との混合燃料を流入、燃焼させて燃焼ガスを発生させることにより、前記燃焼ガス中の二酸化炭素含有量を低減させることが可能な焼成方法。

【請求項 14】

前記水素分離器で分離された前記残留ガスを二酸化炭素固定器内に流入させ、前記残留ガスの中の二酸化炭素をガスの状態で外部に放出されないように固定化させる請求項 13 に記載の焼成方法。

【請求項 15】

前記燃焼手段で、前記水素分離器で分離された前記水素燃料の一部を用いた前記混合燃料を燃焼させる場合に、前記水素燃料の残りの部分を燃料電池用水素として、燃料電池に流入させて、前記燃料電池用水素と酸素又は空気とを反応させることにより発電する請求項 13 又は 14 に記載の焼成方法。

【請求項 16】

前記改質用メタン副燃料と前記混合用メタン主燃料とを、その体積比（改質用メタン副燃料：混合用メタン主燃料）が 5：95～100：0 となるように用いる請求項 13 ～ 15 のいずれかに記載の焼成方法。

【請求項 17】

前記焼成炉本体として、前記被焼成体を連続的にその内部に搬入し、前記被焼成体を内部で加熱した後に連続的にその外部に搬出する連続式焼成炉本体を用いる請求項 13 ～ 16 のいずれかに記載の焼成方法。

【請求項 18】

前記改質用メタン副燃料及び前記混合用メタン主燃料の中の少なくとも一方として、液化天然ガス（LNG）を用いる請求項 13～17 のいずれかに記載の焼成方法。

【請求項 19】

前記被焼成体の材質として、セラミックを用いる請求項 13～18 のいずれかに記載の焼成方法。

【請求項 20】

前記被焼成体として、ハニカム構造体を用いる請求項 13～19 のいずれかに記載の焼成方法。

【請求項 21】

燃焼手段にメタンを含む燃料を流入させて燃焼させることにより燃焼ガスを発生させ、前記燃焼手段で発生した前記燃焼ガスを焼成炉本体内部に導入し、前記燃焼ガスにより、その内部に搬入された被焼成体を加熱して焼成する焼成方法であって、

内部にメタン改質触媒が充填され、前記焼成炉本体内に配設されたメタン改質器に、メタンを主成分とする改質用メタン副燃料及び水蒸気からなる改質原料を流入させ、前記改質原料を前記燃焼ガスにより加熱しながら前記メタン改質触媒に接触させることにより前記改質原料の中の前記メタンと前記水蒸気とを反応させて水素及び二酸化炭素からなる改質ガスを生成させ、

前記メタン改質器で生成した前記改質ガスを水素分離器の内部に流入させて前記改質ガスの中の前記水素を選択的に分離して水素を主成分とする水素燃料と二酸化炭素を含有する残留ガスとに分離させ、

前記水素分離器で分離された水素燃料を燃料電池用水素として、燃料電池に流入させて、前記燃料電池用水素と酸素又は空気とを反応させることにより発電させ、

前記焼成炉本体内で、前記燃焼ガスが有する熱を使用して前記メタン改質器で前記水素を含有する前記改質ガスを発生させ、前記水素分離器により前記改質ガスから前記水素燃料を分離し、前記水素燃料を前記燃料電池用水素として前記燃料電池で発電に使用し、前記燃焼ガスが有する熱エネルギーの一部を電気エネルギーに変換することが可能な焼成方法。

【請求項 22】

前記水素分離器で分離された前記残留ガスを二酸化炭素固定器内に流入させ、前記残留ガスの中の二酸化炭素をガスの状態で外部に放出されないように固定化させる請求項 21 に記載の焼成方法。

【請求項 23】

前記焼成炉本体として、前記被焼成体を連続的にその内部に搬入し、前記被焼成体を内部で加熱した後に連続的にその外部に搬出する連続式焼成炉本体を用いる請求項 21 又は 22 に記載の焼成方法。

【請求項 24】

前記被焼成体の材質として、セラミックを用いる請求項 21～23 のいずれかに記載の焼成方法。

【請求項 25】

前記被焼成体として、ハニカム構造体を用いる請求項 21～24 のいずれかに記載の焼成方法。

【書類名】明細書

【発明の名称】焼成炉及び焼成方法

【技術分野】

【0001】

本発明は、焼成炉及び焼成方法に関し、更に詳しくは、メタンを含む燃料を燃焼させることによって得られる二酸化炭素を含有する燃焼ガス中の含有二酸化炭素量を大幅に削減することにより、燃焼ガスを燃焼排ガスとして排出するときの、燃焼排ガス中の含有二酸化炭素量を大幅に削減し、燃焼ガスが有する熱を回収して有効利用し、さらに燃料コストを削減することが可能な焼成炉及び焼成方法に関する。

【背景技術】

【0002】

従来、種々の工業分野で被加熱体を加熱する装置として、工業炉が使用されている。この工業炉の中でも炭素を含有する燃料を燃焼させることにより被加熱体を加熱するものは、燃料の燃焼により発熱と同時に二酸化炭素を含有する高温の排ガス（燃焼排ガス）を発生させるものである。近年このような高温排ガス等を排出することによる環境への悪影響が問題となっており、また、従来より燃焼排ガスが有する熱を有効に回収し再利用することも課題となっている。また、さらにこのような二酸化炭素を含有する排ガス発生の問題は、近年特に、地球温暖化の問題等によりクローズアップされており、工業炉からの排ガスに含有される二酸化炭素の量を削減することが強く要請されるようになってきた。

【0003】

これに対し、比較的規模の小さい工業炉である、セラミック等を焼成する焼成炉については、これまで、燃焼排ガスの熱を回収する方策や、二酸化炭素の排出量を削減させるための方策はあまり採られておらず、被加熱体（被焼成体）の加熱に使用した、二酸化炭素を含有する燃焼ガスをそのまま排ガスとして大気に放出していた。一方、例えば、焼成炉本体から出た排ガスを再度焼成炉本体に戻すことにより、排ガスの熱エネルギーを回収しようとする方法が提案されているが（例えば、特許文献1参照）、この方法によると、排ガスの熱エネルギーの一部が回収されるため、使用燃料の総量が削減され、それにより発生する二酸化炭素量も削減されることになるが、その削減量としてはあまり大きいものではなかった。

【特許文献1】特開2002-340482号公報

【発明の開示】

【発明が解決しようとする課題】

【0004】

本発明は、上述の問題に鑑みなされたものであり、炭素を含む燃料、特にメタンを含む燃料を燃焼させることによって得られる二酸化炭素を含有する燃焼ガスが有する熱を有効に回収し、燃焼ガス中の含有二酸化炭素量を大幅に削減し、さらに燃料コストを削減することが可能な焼成炉及び焼成方法を提供することを目的とする。

【課題を解決するための手段】

【0005】

上記目的を達成するため、本発明によって以下の焼成炉及び焼成方法が提供される。

【0006】

[1] 流入したメタンを含む燃料を燃焼させて燃焼ガスを発生させる燃焼手段と、前記燃焼ガスにより、その内部に搬入された被焼成体を加熱して焼成する焼成炉本体とを備える焼成炉であって、前記焼成炉本体内に配設され、内部にメタン改質触媒が充填され、そこに流入したメタンを主成分とする改質用メタン副燃料及び水蒸気からなる改質原料を、前記燃焼ガスにより加熱しながら前記メタン改質触媒に接触させることにより前記改質原料の中の前記メタンと前記水蒸気とを反応させて水素及び二酸化炭素からなる改質ガスを生成させるメタン改質器と、前記メタン改質器で生成した前記改質ガスを内部に流入させて前記改質ガスの中の前記水素を選択的に分離して水素を主成分とする水素燃料と二酸化炭素を含有する残留ガスとに分離させる水素分離器と、前記水素分離器で分離された前記残

留ガスの中の二酸化炭素をガスの状態で外部に放出されないように固定化させる二酸化炭素固定器と、をさらに備え、前記燃焼手段が、流入した、メタンを主成分とする混合用メタン主燃料と前記水素分離器で分離された前記水素燃料の全部又は一部との混合燃料を燃焼させて前記燃焼ガスを発生させることにより、前記燃焼ガス中の二酸化炭素含有量を低減させることが可能な焼成炉（「第一の発明」という）。

【0007】

〔2〕水素と酸素又は空気とを反応させることにより発電する燃料電池をさらに備え、前記水素として、前記燃焼手段が前記水素分離器で分離された前記水素燃料の一部を用いた前記混合燃料を燃焼させる場合に、前記水素燃料の残りの部分を使用して酸素又は空気と反応させて燃料電池により発電させることができる〔1〕に記載の焼成炉。

【0008】

〔3〕前記改質用メタン副燃料と前記混合用メタン主燃料との体積比（改質用メタン副燃料：混合用メタン主燃料）が5：95～100：0である〔1〕又は〔2〕に記載の焼成炉。

【0009】

〔4〕前記焼成炉本体が、前記被焼成体を連続的にその内部に搬入し、前記被焼成体を内部で加熱した後に連続的にその外部に搬出する連続式焼成炉本体である〔1〕～〔3〕のいずれかに記載の焼成炉。

【0010】

〔5〕前記改質用メタン副燃料及び前記混合用メタン主燃料の中の少なくとも一方が液化天然ガス（LNG）である〔1〕～〔4〕のいずれかに記載の焼成炉。

【0011】

〔6〕前記被焼成体の材質がセラミックである〔1〕～〔5〕のいずれかに記載の焼成炉。

【0012】

〔7〕前記被焼成体がハニカム構造体である〔1〕～〔6〕のいずれかに記載の焼成炉。

【0013】

〔8〕流入したメタンを含む燃料を燃焼させて燃焼ガスを発生させる燃焼手段と、前記燃焼ガスにより、その内部に搬入された被焼成体を加熱して焼成する焼成炉本体とを備える焼成炉であって、前記焼成炉本体内に配設され、内部にメタン改質触媒が充填され、そこに流入したメタンを主成分とする改質用メタン副燃料及び水蒸気からなる改質原料を、前記燃焼ガスにより加熱しながら前記メタン改質触媒に接触させることにより前記改質原料の中の前記メタンと前記水蒸気とを反応させて水素及び二酸化炭素からなる改質ガスを生成させるメタン改質器と、前記メタン改質器で生成した前記改質ガスを内部に流入させて前記改質ガスの中の前記水素を選択的に分離して水素を主成分とする水素燃料と二酸化炭素を含有する残留ガスとに分離させる水素分離器と、前記水素分離器で分離された前記水素燃料を含有する燃料電池用水素と酸素又は空気とを反応させることにより発電する燃料電池とをさらに備え、前記焼成炉本体内で、前記燃焼ガスが有する熱の一部を使用して前記メタン改質器で前記水素を含有する前記改質ガスを発生させ、前記水素分離器により前記改質ガスから前記水素燃料を分離し、前記水素燃料を前記燃料電池用水素として前記燃料電池で発電に使用し、前記燃焼ガスが有する熱エネルギーの一部を電気エネルギーに変換することが可能な焼成炉（「第二の発明」という）。

【0014】

〔9〕前記水素分離器で分離された前記残留ガスの中の二酸化炭素をガスの状態で外部に放出されないように固定化させる二酸化炭素固定器をさらに備えた〔8〕に記載の焼成炉。

【0015】

〔10〕前記焼成炉本体が、前記被焼成体を連続的にその内部に搬入し、前記被焼成体を内部で加熱した後に連続的にその外部に搬出する連続式焼成炉本体である〔8〕又は〔9〕に記載の焼成炉。

【0016】

【11】前記被焼成体の材質がセラミックである【8】～【10】のいずれかに記載の焼成炉。

【0017】

【12】前記被焼成体がハニカム構造体である【8】～【11】のいずれかに記載の焼成炉。

【0018】

【13】燃烧手段にメタンを含む燃料を流入させて燃烧させることにより燃烧ガスを発生させ、前記燃烧手段で発生した前記燃烧ガスを焼成炉本体内部に導入し、前記燃烧ガスにより、その内部に搬入された被焼成体を加熱して焼成する焼成方法であって、内部にメタン改質触媒が充填され、前記焼成炉本体内に配設されたメタン改質器に、メタンを主成分とする改質用メタン副燃料及び水蒸気からなる改質原料を流入させ、前記改質原料を前記燃烧ガスにより加熱しながら前記メタン改質触媒に接触させることにより前記改質原料の中の前記メタンと前記水蒸気とを反応させて水素及び二酸化炭素からなる改質ガスを生成させ、前記メタン改質器で生成した前記改質ガスを水素分離器の内部に流入させて前記改質ガスの中の前記水素を選択的に分離して水素を主成分とする水素燃料と二酸化炭素を含む残留ガスとに分離させ、前記燃烧手段に、メタンを主成分とする混合用メタン主燃料と前記水素分離器で分離された前記水素燃料の全部又は一部との混合燃料を流入、燃烧させて燃烧ガスを発生させることにより、前記燃烧ガス中の二酸化炭素含有量を低減させることが可能な焼成方法（「第三の発明」という）。

【0019】

【14】前記水素分離器で分離された前記残留ガスを二酸化炭素固定器内に流入させ、前記残留ガスの中の二酸化炭素をガスの状態で外部に放出されないように固定化させる【13】に記載の焼成方法。

【0020】

【15】前記燃烧手段で、前記水素分離器で分離された前記水素燃料の一部を用いた前記混合燃料を燃烧させる場合に、前記水素燃料の残りの部分を燃料電池用水素として、燃料電池に流入させて、前記燃料電池用水素と酸素又は空気とを反応させることにより発電する【13】又は【14】に記載の焼成方法。

【0021】

【16】前記改質用メタン副燃料と前記混合用メタン主燃料とを、その体積比（改質用メタン副燃料：混合用メタン主燃料）が5：95～100：0となるように用いる【13】～【15】のいずれかに記載の焼成方法。

【0022】

【17】前記焼成炉本体として、前記被焼成体を連続的にその内部に搬入し、前記被焼成体を内部で加熱した後に連続的にその外部に搬出する連続式焼成炉本体を用いる【13】～【16】のいずれかに記載の焼成方法。

【0023】

【18】前記改質用メタン副燃料及び前記混合用メタン主燃料の中の少なくとも一方として、液化天然ガス（LNG）を用いる【13】～【17】のいずれかに記載の焼成方法。

【0024】

【19】前記被焼成体の材質として、セラミックを用いる【13】～【18】のいずれかに記載の焼成方法。

【0025】

【20】前記被焼成体として、ハニカム構造体を用いる【13】～【19】に記載の焼成方法。

【0026】

【21】燃烧手段にメタンを含む燃料を流入させて燃烧させることにより燃烧ガスを発生させ、前記燃烧手段で発生した前記燃烧ガスを焼成炉本体内部に導入し、前記燃烧ガスにより、その内部に搬入された被焼成体を加熱して焼成する焼成方法であって、内部にメタ

ン改質触媒が充填され、前記焼成炉本体内に配設されたメタン改質器に、メタンを主成分とする改質用メタン副燃料及び水蒸気からなる改質原料を流入させ、前記改質原料を前記燃烧ガスにより加熱しながら前記メタン改質触媒に接触させることにより前記改質原料の中の前記メタンと前記水蒸気とを反応させて水素及び二酸化炭素からなる改質ガスを生成させ、前記メタン改質器で生成した前記改質ガスを水素分離器の内部に流入させて前記改質ガスの中の前記水素を選択的に分離して水素を主成分とする水素燃料と二酸化炭素を含有する残留ガスとに分離させ、前記水素分離器で分離された水素燃料を燃料電池用水素として、燃料電池に流入させて、前記燃料電池用水素と酸素又は空気とを反応させることにより発電させ、前記焼成炉本体内で、前記燃烧ガスが有する熱を使用して前記メタン改質器で前記水素を含有する前記改質ガスを発生させ、前記水素分離器により前記改質ガスから前記水素燃料を分離し、前記水素燃料を前記燃料電池用水素として前記燃料電池で発電に使用し、前記燃烧ガスが有する熱エネルギーの一部を電気エネルギーに変換することが可能な焼成方法（「第四の発明」という）。

【0027】

〔22〕前記水素分離器で分離された前記残留ガスを二酸化炭素固定器内に流入させ、前記残留ガスの中の二酸化炭素をガスの状態で外部に放出されないように固定化させる〔21〕に記載の焼成方法。

【0028】

〔23〕前記焼成炉本体として、前記被焼成体を連続的にその内部に搬入し、前記被焼成体を内部で加熱した後に連続的にその外部に搬出する連続式焼成炉本体を用いる〔21〕又は〔22〕に記載の焼成方法。

【0029】

〔24〕前記被焼成体の材質として、セラミックを用いる〔21〕～〔23〕のいずれかに記載の焼成方法。

【0030】

〔25〕前記被焼成体として、ハニカム構造体を用いる〔21〕～〔24〕のいずれかに記載の焼成方法。

【発明の効果】

【0031】

このように、本発明の焼成炉（第一の発明）によると、燃烧手段で燃烧させるメタンを含む燃料として、メタンを主成分とする混合用メタン主燃料と、メタンを主成分とする改質用メタン副燃料と水蒸気とからなる改質原料をメタン改質触媒により反応させて得られる水素と、の混合燃料を使用するようにしたため、燃烧ガス中の二酸化炭素含有量を大幅に低減することができる。そして、それにより燃烧ガスを燃烧排ガスとして外部に排出するときの二酸化炭素排出量を大幅に削減することができる。また、上記改質原料をメタン改質触媒で反応させたときに生成する二酸化炭素は、二酸化炭素固定器により固定されるため、改質原料から生成する二酸化炭素がガスの状態で外部に放出されることはない。ここで固定された二酸化炭素が、上記燃烧排ガス中の二酸化炭素における低減された二酸化炭素に相当することになる。さらに、メタン改質器を焼成炉本体内に配設したため、上記改質原料をメタン改質触媒で反応させるときの吸熱反応に必要な熱量として、焼成炉本体内部における燃烧ガスの有する熱（燃料の燃烧熱）の一部を使用することができる。そのため、燃烧ガスの有する熱（燃料の燃烧熱）の一部を有効に回収することができ、燃料の総使用量を削減することができる。

【0032】

本発明の焼成炉（第二の発明）によると、焼成炉本体内部における燃烧ガスの有する熱（燃料の燃烧熱）の一部を使用して、焼成炉本体内部に配設されたメタン改質器においてメタンと水蒸気とから水素と二酸化炭素（改質ガス）を発生させ、水素分離器によりその改質ガスから水素を分離して水素燃料を取り出し、その水素燃料を燃料電池用水素として燃料電池で発電させるため、燃烧ガスの有する熱の一部を有効に回収し、燃料電池による発電に利用することができる。

【0033】

また、本発明の焼成方法（第三の発明）によると、上述した本発明の焼成炉を使用して焼成する場合と同様に、燃烧手段で燃烧させるメタンを含む燃料として、メタンを主成分とする混合用メタン主燃料と、メタンを主成分とする改質用メタン副燃料と水蒸気とからなる改質原料をメタン改質触媒により反応させて得られる水素と、の混合燃料を使用するようにしたため、燃烧ガス中の二酸化炭素含有量を大幅に低減することができる。そして、それにより燃烧ガスを燃烧排ガスとして外部に排出するときの二酸化炭素排出量を大幅に削減することができる。また、上記改質原料をメタン改質触媒で反応させたときに生成する二酸化炭素を、二酸化炭素固定器により固定させた場合には、改質原料から生成する二酸化炭素がガスの状態で外部に放出されないようにすることができるため好ましい。ここで固定された二酸化炭素が、上記燃烧排ガス中の二酸化炭素における低減された二酸化炭素に相当することになる。さらに、メタン改質器を焼成炉本体内に配設したため、上記改質原料をメタン改質触媒で反応させるときの吸熱反応に必要な熱量として、焼成炉本体内部における燃烧ガスの有する熱（燃料の燃烧熱）の一部を使用することができる。その燃烧ガスの有する熱（燃料の燃烧熱）の一部を有効に回収することができ、燃料の総使用量を削減することができる。

【0034】

本発明の焼成方法（第四の発明）によると、焼成炉本体内部における燃烧ガスの有する熱（燃料の燃烧熱）の一部を使用して、焼成炉本体内部に配設されたメタン改質器においてメタンと水蒸気とから水素と二酸化炭素（改質ガス）を発生させ、水素分離器によりその改質ガスから水素を分離して水素燃料を取り出し、その水素燃料を燃料電池用水素として燃料電池で発電させるため、燃烧ガスの有する熱の一部を有効に回収し、燃料電池による発電に利用することができる。

【発明を実施するための最良の形態】

【0035】

以下、本発明の実施の形態を図面を参照しながら具体的に説明するが、本発明は以下の実施の形態に限定されるものではなく、本発明の趣旨を逸脱しない範囲で、当業者の通常の知識に基づいて、適宜設計の変更、改良等が加えられることが理解されるべきである。

【0036】

図1は、本発明の焼成炉（第一の発明）の一の実施の形態を模式的に示すブロックフロー図である。そして、図1において矢印は、各燃料、燃烧排ガス、水蒸気、その他の物質等の移動する状態を示している。

【0037】

図1に示すように、本実施の形態の焼成炉100は、流入したメタンを含む燃料11を燃烧させて燃烧ガスを発生させる燃烧手段2と、燃烧ガスにより、その内部に搬入された被焼成体を加熱して焼成するとともに、焼成後の燃烧ガスを二酸化炭素を含む燃烧排ガス12として外部に排出させる焼成炉本体1とを備え、さらに、燃烧炉本体1内に配設され、内部にメタン改質触媒6が充填され、そこに流入したメタンを主成分とする改質用メタン副燃料21及び水蒸気22からなる改質原料23を、燃料11の燃烧により発生した燃烧ガスにより加熱しながらメタン改質触媒6に接触させることにより改質原料23の中のメタンと水蒸気22とを反応させて水素及び二酸化炭素からなる改質ガス24を生成させる（メタン改質反応をさせる）メタン改質器3と、メタン改質器3で生成した改質ガス24を内部に流入させて改質ガス24の中の水素を選択的に分離して水素を主成分とする水素燃料25と二酸化炭素を含有する残留ガス26とに分離させる水素分離器4と、水素分離器4で分離された残留ガス26の中の二酸化炭素をガスの状態で外部に放出されないように固定化させる二酸化炭素固定器5と、をさらに備えてなるものである。

【0038】

そして、本実施の形態の焼成炉100は、燃烧手段2が、流入したメタンを主成分とする混合用メタン主燃料31と水素分離器4で分離された水素燃料25（混合用水素燃料28）との混合燃料32を燃烧させて、すなわち、メタンを含む燃料11として混合燃料3

2を使用して、燃焼ガスを発生させることにより、燃焼排ガス12中の二酸化炭素含有量を低減させ、二酸化炭素の外部への排出量を低減させることができる。そして、メタン改質器3におけるメタン改質反応を焼成炉本体1内で行うため、燃焼ガスの有する熱を焼成炉本体1内で直接使用することができ、燃焼ガスの有する熱をロスが少なく有効に利用することができる。これは、例えば、燃焼ガスを一度焼成炉本体1から外部に排出した後に、焼成炉本体1の外部に設置した機器で熱回収を行う場合と比較すると、その燃焼ガスが有する熱エネルギーの放熱等によるロスが著しく少なくなるものである。また、二酸化炭素固定器5は、内部に二酸化炭素を固定するための固定化剤41として水酸化ナトリウムを流入させ、内部で固定化剤41と残留ガス26とを接触させ、固定化剤41に残留ガス26中に含有される二酸化炭素を吸収させて、炭酸ナトリウムを生成させ、炭酸ナトリウムを含有する廃液42を外部に排出するように形成されている。ここで、メタンを主成分とする混合用メタン主燃料31において、「メタンを主成分とする」とは、メタンの含有率が80（体積％）以上であることをいう。また、固定化剤41としては、二酸化炭素と反応又は二酸化炭素を吸収することができれば特に制限されるものではなく、 NaOH 、 $\text{Mg}(\text{OH})_2$ 等を挙げることができる。また、各機器間は、所定の配管で繋がれ、各燃料、水蒸気等はその配管内を流れて移動している。

【0039】

このように、本実施の形態の焼成炉100によると、燃焼手段2で燃焼させるメタンを含む燃料11として、混合用メタン主燃料31と、水素燃料25（混合用水素燃料28）との混合燃料32を使用するようにしたため、混合燃料32（燃料11）が、燃焼させても二酸化炭素が発生しない水素（水素燃料25）を含有する分だけ、二酸化炭素の発生を低減することができる。このとき、混合燃料32に含まれる水素の含有率（水素／混合燃料）は、5～95（体積％）が好ましく、25～75（体積％）がさらに好ましい。5（体積％）より少ないと、二酸化炭素低減効果が十分でないことがあり、95（体積％）より多いときは、炉内の伝熱形態が変化するために、被焼成物の焼成条件の変更などの問題が発生する。また、上記改質原料23をメタン改質触媒6で反応させたときに生成する二酸化炭素は、二酸化炭素固定器5により固定されるため、改質原料23から生成する二酸化炭素がガスの状態で外部に放出されることはない。さらに、上記改質原料23をメタン改質触媒6で反応させるときの吸熱反応に必要な熱量として、焼成炉本体1内の燃焼ガスの熱量（燃料11の燃焼熱）を使用するため、燃焼ガスの有する熱量の一部を燃料11の燃焼熱として有効に回収し、再度利用することができ、これにより燃料の総使用量を削減することができる。ここで、メタン改質反応のための熱源としての燃焼ガスの有する熱とは、燃料11の燃焼熱のことであり、燃料11の燃焼時の放射熱や炉壁からの放熱も含まれる。また、セラミック焼成時に用いる窯道具を冷却するときに廃棄される熱等も使うことができる。

【0040】

図1に示すように、本実施の形態の焼成炉100は、さらに燃料電池7を備えている。燃料電池7は水素（燃料電池用水素）と酸素又は空気とを反応させることにより発電するものであり、水素分離器4で分離して得た水素燃料25の一部を燃料電池用水素27として分岐させ、これを燃料電池7に使用して発電するように構成されている。水素燃料25は含有される水素の純度が高いため、燃料電池7により効率的に発電を行うことができる。例えば、通常の水素を使用して燃料電池を発電させると電力効率が40％程度であったものが、本実施の形態で使用する燃料電池7においては、電力効率が60～70％と飛躍的に高くなる。また、水素分離器4で分離して得た水素燃料25の一部を混合用水素燃料28として最終的に燃焼手段2で燃焼させ、その残りを燃料電池用水素27として燃料電池7での発電に利用することにより、燃焼排ガス12に含有される二酸化炭素量を低減させると同時に、燃焼ガスの有する熱を有効に回収して発電に利用することができる。

【0041】

水素燃料25は、その全量を混合用水素燃料28として使用してもよいし、混合用水素燃料28と燃料電池用水素27とに分けて使用してもよい。混合用水素燃料28と燃料電

池用水素 27 とに分けるときの比率は特に限定されるものではなく、二酸化炭素の排出量と発電量とを適宜最適値になるようにバランスさせるようにすればよい。

【0042】

図 1 に示す本実施の形態の焼成炉 100 において、焼成炉本体 1 は、被焼成体としてセラミック等を内部に搬入させ、燃烧手段 2 によりメタンを含む燃料 11 を燃烧させて発生させる燃烧ガスにより、セラミック等の被焼成体を焼成するとともに、内部にメタン改質器 3 を配設して燃烧ガスの熱によりメタン改質を行うものである。被焼成体としては、セラミックハニカム構造体を好適に焼成することができる。ここで、セラミックハニカム構造体とは、セラミック製の、隔壁によって区画された流体の流路となる複数のセルを有するハニカム構造の構造体である。また、焼成炉本体 1 は、所定量の被焼成体を 1 回の焼成の単位として、1 回ずつ断続的に焼成するバッチ式であってもよいが、セラミックハニカム構造体等の被焼成体を連続的にその内部に搬入し、その被焼成体を内部で加熱、焼成した後に連続的にその外部に搬出する連続式の焼成炉本体 1 であることが好ましい。連続的に焼成を行うことにより、焼成炉本体 1 内の燃烧ガスの温度を定常的に安定させることができるため、メタン改質器 3 において、燃烧ガスの熱によりメタン改質反応を安定して行うことができ、それにより水素燃料 25 を安定して供給することができ、水素燃料 25 と混合用メタン主燃料 31 とを混合させることにより得られる混合燃料 32 を安定して燃烧手段 2 に供給することができる。

【0043】

図 5 は、本実施の形態の焼成炉 100 を構成する焼成炉本体 1 を模式的に示し、その長手方向に垂直な平面で切断した断面図である。図 5 に示す焼成炉本体 1 は、連続式の焼成炉本体 1 であり、その長手方向とは、被焼成体 m が焼成炉本体 1 内に搬入されて進行する方向である。被焼成体 m はベルトコンベア B により焼成炉本体 1 内を長手方向に沿って進行するように形成されている。図 5 に示すように、焼成炉本体 1 は、その外周壁 1a の内側の面に沿ってメタン改質器 3 が配設されている形態が示してあるが、図 6 に示すように、内側炉壁 1b の内側、すなわち被焼成体 m を燃烧ガスにより焼成する空間に配設してもよい。また、これらの両方に配設してもよい。また、図 5 に示す焼成炉本体 1 の断面において、その断面全体の温度分布の中で、メタン改質反応を行うために最適温度となる位置にメタン改質器 3 が配設されることが好ましい。また、焼成炉本体 1 の長手方向においてメタン改質器 3 を配設させる位置としては、焼成炉本体 1 内の温度分布においてメタン改質反応に適した温度となる位置とすることが好ましい。また、メタン改質器 3 を配設する位置の温度状態を最適にするために、図 5 に示すように、メタン改質器 3 を配設させる空間と、被焼成体 m を燃烧ガスにより焼成する空間とを、内側炉壁 1b により仕切ることが好ましい。内側炉壁 1b で焼成炉本体 1 内を仕切ることにより、燃烧ガスがメタン改質器 3 に直接接触しないようにしたり、接触し難くすることができるため、メタン改質器 3 に伝わる熱量をより適切に調節することができ、メタン改質器 3 の温度をより適切なものとするすることができる。これは、メタン改質器 3 を焼成炉本体 1 の高温領域に配設させる場合に有効である。

【0044】

メタン改質器 3 は、筒状の改質反応管 3a 内にメタン改質触媒 6 が充填されて形成されている。メタン改質器 3 は、改質反応管 3a の両端部が焼成炉本体 1 の外部に連通し、一方の端部から改質原料を流入させ、焼成炉本体 1 内で、燃烧ガスの熱及びメタン改質触媒によりメタン改質反応をさせ、得られた改質ガスを改質反応管 3a の他方の端部から焼成炉本体 1 の外部に流出させるように形成されている。

【0045】

図 1 に示す本実施の形態の焼成炉 100 において、メタン改質器 3 は、ステンレスあるいはセラミックス等からなる容器の内部にメタン改質触媒 6 が充填され、そこに流入したメタンを主成分とする改質用メタン副燃料 21 及び水蒸気 22 からなる改質原料 23 を、焼成炉本体 1 内で燃烧ガスにより加熱しながらメタン改質触媒 6 に接触させることにより改質原料 23 の中のメタンと水蒸気 22 とを反応させて水素及び二酸化炭素からなる改質

ガス 24 を生成させる（メタン改質反応をさせる）。本実施の形態で用いられるメタン改質器 3 としては、メタンを反応させて水素を得ることができ、さらにメタン中の炭素を最終的には外部に放出することなく固定化することができるものであればよい。メタン中の炭素の固定化はメタン改質器 3 の後の工程で行われてもよく、本実施の形態においては二酸化炭素固定器 5 において二酸化炭素を固定することがこれに相当する。メタン改質器 3 におけるメタンと水の反応率（投入した原料（メタンと水）に対して、発生すべき水素の量の理論値に対する実際に発生した水素の量の比率）は 50（モル％）以上であることが好ましい。50（モル％）より低いと燃料の使用量が多くなることがある。また、メタンと水の反応率は高いほど好ましい。メタン改質触媒 6 を充填する容器としては、本実施の形態においては、図 5 に示した管状の改質反応管を使用しているが、容器の形状は、管状（筒状）に限定されるものではなく、箱形や、その他内部にメタン改質触媒 6 を充填して焼成炉本体 1 内に配設でき、燃焼ガスによりメタン改質反応ができればいずれの形状でもよい。

【0046】

メタン改質器 3 の具体例としては、例えば、「ICI 法」と呼ばれる、メタン（1 モル）と水（2 モル）とを、ニッケル含有触媒下で温度 700～950（℃）、圧力 $1.01 \times 10^5 \sim 40.52 \times 10^5$ （N/m²）の条件で吸熱反応させて、水素（4 モル）と二酸化炭素（1 モル）とを生成させる方法を利用したものを好適に使用することができる。ニッケル含有触媒としては、例えば、ジョンソンマッセイ社製の Synetix 触媒などを好適に使用することができる。さらに、有効な触媒としては、8 族金属の化合物、及び 8 族以外の遷移金属の化合物などを挙げることができる。

【0047】

メタン改質器 3 において、メタンから水素を生成させる反応は吸熱反応であるため、加熱しながら反応させる必要がある。本実施の形態においては、この加熱を焼成炉本体 1 内において燃焼ガスにより行っている。そのため、新たに熱を発生させることなく、燃焼ガスの有する熱を有効に利用することができる。これにより、燃料の総使用量を削減することができ、エネルギー資源を効率的に活用することができる。

【0048】

図 1 に示す本実施の形態の焼成炉 100 において、燃焼手段 2 は、メタン及び水素を含有する燃料 11 を効率的に燃焼させることができるものであれば特に限定されるものではない。燃焼手段 2 は、焼成炉本体 1 の外部に配設されて、配管により燃焼ガスが焼成炉本体 1 内に流入されるようにしてよいが、焼成炉本体 1 の内部に配設されていてもよい。また、燃焼手段 2 は、その能力や燃焼炉本体 1 の大きさ等により、焼成炉本体 1 に一つだけ配設されてもよいし、複数配設されてもよい。燃焼手段 2 としては、空気と燃料ガスを導入するラインを有するバーナーであれば、特にその形式は問わない。燃焼用の空気を予加熱するリジェネ形式バーナー等も好適に用いることができる。

【0049】

図 1 に示す本実施の形態の焼成炉 100 において、水素分離器 4 は、メタン改質器 3 で生成した水素と二酸化炭素とを含有する改質ガス 24 を内部に流入させて改質ガス 24 の中の水素を選択的に分離して水素を主成分とする水素燃料 25 と二酸化炭素を含有する残留ガス 26 とに分離させるものである。水素分離器 4 は、水素を含有する混合ガスから水素を選択的に分離できるものであれば特に限定されるものではなく、例えば、パラジウム又はパラジウムを含有する合金を膜状に形成したもの（水素分離膜）を筒状に形成し、その水素分離膜をステンレス等からなる筒状の容器内に配設し、水素分離膜の筒の内部側の空間と外周側の空間とが繋がらないように形成し、筒状の容器内に水素を含有する混合ガスを流入させ、それを水素分離膜の筒の内部側に導入し、水素だけを選択的に水素分離膜の内部側から外周側へ透過させ、水素分離膜の筒の外周側に流出した水素を筒状の容器の外部に水素燃料 25 として流出させ、その他のガスは残留ガス 26 として水素分離膜の筒の内部をそのまま通過させて筒状の容器の外部に流出させるように構成したものを好適に使用することができる。水素を含有する混合ガスは、水素分離膜の筒の外側に導入し、水

素を水素分離膜の筒の内部側に流出するようにしてもよい。ここで、分離された水素は水素を主成分とする水素燃料 25 として使用され、その他の二酸化炭素を含有する残留ガス 26 は、二酸化炭素固定器 5 に送られる。上記水素を主成分とする水素燃料 25 の「水素を主成分とする」とは、水素の含有率が 50（体積％）以上であることをいう。また、上記筒状の容器は筒状である必要はなく、内部に空間を有する形状であれば、例えば箱型等でもよい。水素分離膜は、その機械的強度を向上させるために、セラミック等からなる多孔質体の表面や内部に配設されるように形成されてもよい。また、水素分離膜は、筒状である必要はなく、平面状やその他いずれの形状であってもよい。

【0050】

水素分離器 4 は、メタン改質器 3 と一体化して形成され、メタン改質器 3 において発生した水素を、メタン改質器 3 内に配設された水素分離器 4 により選択的に分離し、メタン改質器 3 からその水素を流出させて水素燃料 25 として使用してもよい。水素分離器 4 をメタン改質器 3 に配設する方法としては、例えば、筒状に形成した水素分離膜をメタン改質器 3 内に配設し、その筒の内部にメタン改質触媒 6 を配設することができる。この場合、水素分離膜が水素分離器 4 として機能し、水素分離器 4 をメタン改質器 3 内に配設したことになる。それにより、水素分離膜の筒の内部に改質原料 23 を導入し、水素分離膜の筒の内部に配設されたメタン改質触媒 6 により、水素を発生させ、発生した水素を水素分離膜の筒の外周側に流出させることができる。そして流出した水素を水素燃料 25 として使用する。

【0051】

水素分離器 4 により改質ガス 24 から水素を分離するときの水素の分離効率としては、（改質ガス 24 に含有される水素の量：分離された水素の量）が 50：50～1：99（体積比）であることが好ましい。50：50（体積比）より低いと、効率的に燃料を使用することができないことがある。分離効率としては、高いほど好ましいが、1：99（体積比）であれば燃焼用水素の回収効率としては十分であり、これより高い分離効率を実現するためには、コストが高くなることがある。

【0052】

図 1 に示す本実施の形態の焼成炉 100 において、二酸化炭素固定器 5 は、水素分離器 4 で分離された残留ガス 26 の中の二酸化炭素をガスの状態で外部に放出されないように固定化させるものである。二酸化炭素固定器 5 は、残留ガス 26 に含有される二酸化炭素を固定化し、二酸化炭素をガスの状態で外部に放出されないようにすることができれば、特に限定されるものではない。例えば、所定の容器の中に二酸化炭素を固定化する固定化剤 41 として水酸化ナトリウムの水溶液を入れておき、その中に、残留ガス 26 を導入し、水酸化ナトリウム水溶液を残留ガス 26 でバブリングするようにしながら、残留ガス 26 に含有される二酸化炭素を水酸化ナトリウムと反応させて炭酸ナトリウムを生成させることにより二酸化炭素を固定化させる方法を好適に使用することができる。ここで、二酸化炭素を固定化するとは、他の物質と反応させたり、他の物質に吸収させたりすることにより、二酸化炭素がガスの状態で外部に放出されないようにすることをいう。

【0053】

また、二酸化炭素を固定化する方法としては、固定化剤 41 として水酸化ナトリウム水溶液を使用し、その水酸化ナトリウム水溶液を、所定の容器に入れて循環用ポンプで循環させ、循環する水酸化ナトリウム水溶液中に残留ガス 26 を流入、混合させ、水酸化ナトリウムと二酸化炭素とを反応させるようにしてもよい。このとき、水酸化ナトリウム及び反応により生成した炭酸ナトリウムを含有する水溶液の循環系には、水酸化ナトリウムを連続的に送り込み、さらにこの循環系から連続的に循環する水溶液を抜き出すようにして、二酸化炭素固定器 5 を連続的に運転するようにしてもよい。

【0054】

図 1 に示す本実施の形態の焼成炉 100 において、燃料電池 7 は、市販のシステムを用いることができる。高分子型、リン酸型、熔融炭酸塩型、固体電解質型などいずれでも良いが、排熱が高温であることから、リン酸型、熔融炭酸塩型又は固体電解質型が好ましい。

。また発生できる電力容量は、現在の市販システムの性能から、1システム当たり100 KWから200 KW程度となるが、これを並列設置するなどの方法をとれば、電力容量は自由に設計できる。そして、水素燃料25の一部が燃料電池用水素27として配管を通じて送られ、燃料電池7において、燃料電池用水素27と空気（空気中の酸素）とが反応して発電される。

【0055】

図1に示す本実施の形態の焼成炉100においては、燃焼手段2で燃焼させる燃料として、メタンを主成分とする混合用メタン主燃料31と水素分離器4で分離された水素燃料25との混合燃料32を使用する。焼成炉100の運転のスタート時は、燃焼ガスの温度がまだ安定していない状態（燃焼ガスがまだ発生していない状態や徐々に増加している状態）であるため、メタン改質器3による反応を燃焼ガスを使用しながら行うことが困難であるため、混合燃料32を使用するのは、焼成炉本体1内が安定化し、燃焼ガスの温度が安定するようになってからでもよい。この場合、焼成炉100の運転のスタート時には、メタンを主成分とする混合用メタン主燃料31だけで焼成を行う。また、スタート時のように燃焼ガスの温度や発生量が安定していない状態のときには、メタン改質器3に、蒸気や電気等による他の加熱装置（図示せず）を配設し、その加熱装置を使用しながらメタン改質器3を運転するようにしてもよい。

【0056】

図1に示す本実施の形態の焼成炉100は、焼成するときに要する熱量が100万～1億（kJ/Hr）の、セラミックを焼成する焼成炉として好適に使用することができる。

【0057】

改質用メタン副燃料21と混合用メタン主燃料31との体積比（改質用メタン副燃料21：混合用メタン主燃料31）が5：95～100：0（体積比）であることが好ましい。改質用メタン副燃料21の比が、5（体積比）より小さいと、二酸化炭素を十分削減されないことがある。また、混合用メタン主燃料31及び改質用メタン副燃料21の中の少なくとも一方は液化天然ガス（LNG）とすることができる。LNGとすることにより、LNGの燃焼性の良さにより効率的に燃焼させることができ、また、LNGはクリーンで安価な燃料であり、燃焼により硫黄酸化物やダスト等の有害物質を発生しないため好ましい。

【0058】

次に、図1に示す本実施の形態の焼成炉100において、混合用メタン主燃料31と水素燃料25との混合燃料32を使用して燃焼手段2で燃焼させたとき（本実施の形態）と、メタンガス（メタン含有率が100（%）のガス）だけを燃料11として使用し燃焼手段2で燃焼させたとき（比較例）との、それぞれの燃料の使用量と発生熱量との違い及び、発生する二酸化炭素の量の違いについて説明する。

【0059】

例えば、改質用メタン副燃料21及び混合用メタン主燃料31としてメタンガスを使用し、メタン改質器3による反応率が100（%）（1モルのメタンと2モルの水をメタン改質器3に導入すると4モルの水素が発生する）であり、水素分離器4における水素の分離効率が100（%）（改質ガス24に含有される水素の全てが水素分離器4で分離され、水素燃料25となる）であり、水素燃料25の全量を混合用水素燃料28として混合用メタン主燃料31と混合するとする。この場合、例えば、メタンガスだけを1（Nm³/Hr）使用して燃焼手段2で燃焼させたすると、39800（kJ/Hr）の熱量が発生することになる（比較例）。これに対し、本実施の形態の一例として、混合用メタン主燃料として、メタンガスを0.5（Nm³/Hr）使用し、改質用メタン副燃料としてメタンガスを0.4（Nm³/Hr）使用したとすると、メタン改質器3から1.6（Nm³/Hr）の水素が発生し、それが水素分離器4により分離され、分離された水素が水素燃料25として上記改質用メタン副燃料（メタンガス）と混合されて混合燃料32（メタンガスが0.5（Nm³/Hr）、水素が1.6（Nm³/Hr）の混合ガス）となる。この混合燃料32を燃焼手段2で燃焼させると、メタンガス0.5（Nm³/Hr）より、1

9900 (kJ/Hr) の熱量が発生し、水素 1.6 (Nm³/Hr) より、20480 (kJ/Hr) の熱量が発生する。従って、混合燃料 32 を燃焼させることにより得られる熱量は 40380 (kJ/Hr) となる。

【0060】

以上より、メタンガスだけを燃焼させると、メタンガスの使用量が 1 (Nm³/Hr) のときに、39800 (kJ/Hr) の熱量が得られるのに対し、本実施の形態の場合には、メタンガスの総使用量 (混合用メタン主燃料 31 と改質用メタン副燃料 21 との合計) が 0.9 (Nm³/Hr) のときに、40380 (kJ/Hr) の熱量が得られることになる。また、メタンガス 1 モルを燃焼させたときに発生する二酸化炭素の量は 1 モルである (理論量) ため、上記比較例の場合、二酸化炭素の発生量が 1 (Nm³/Hr) となるのに対し、上記本実施の形態の一例の場合は、二酸化炭素の発生量が 0.5 (Nm³/Hr) となる。従って、本実施の形態と、比較例の場合とを比較すると、燃焼手段 2 での燃焼により発生する熱量をほぼ同等 (本実施の形態のほうが若干大きい) にするために必要なメタンガスの使用量は、本実施の形態の場合が比較例の場合に対して 10% 削減され、さらに発生する二酸化炭素の量は、本実施の形態の場合が比較例の場合に対して 50% 削減されたことになる。

【0061】

次に、本発明の焼成炉 (第二の発明) の一の実施の形態について図面を参照しながら説明する。図 2 は、本発明の焼成炉 (第二の発明) の一の実施の形態を模式的に示すブロックフロー図である。そして、図 2 において矢印は、各燃料、燃焼排ガス、水蒸気、その他の物質等の移動する状態を示している。

【0062】

図 2 に示すように、本実施の形態の焼成炉 200 は、流入したメタンを含む燃料 61 を燃焼させて燃焼ガスを発生させる燃焼手段 52 と、燃焼ガスにより、その内部に搬入された被焼成体を加熱して焼成するとともに、焼成後の燃焼ガスを二酸化炭素を含む燃焼排ガス 62 として外部に排出させる焼成炉本体 51 とを備え、さらに、焼成炉本体 51 内に配設され、内部にメタン改質触媒 56 が充填され、そこに流入したメタンを主成分とする改質用メタン副燃料 71 及び水蒸気 72 からなる改質原料 73 を、燃焼ガスにより加熱しながらメタン改質触媒 56 に接触させることにより改質原料 73 の中のメタンと水蒸気 72 とを反応させて水素及び二酸化炭素からなる改質ガス 74 を生成させる (メタン改質反応をさせる) メタン改質器 53 と、メタン改質器 53 で生成した改質ガス 74 を内部に流入させて改質ガス 74 の中の水素を選択的に分離して水素を主成分とする水素燃料 75 と二酸化炭素を含有する残留ガス 76 とに分離させる水素分離器 54 と、水素分離器 54 で分離された残留ガス 76 の中の二酸化炭素をガスの状態で外部に放出されないように固定化させる二酸化炭素固定器 55 と、水素分離器 54 で分離された水素燃料 75 を含有する燃料電池用水素 77 と酸素又は空気とを反応させることにより発電する燃料電池 57 とをさらに備えてなるものである。

【0063】

そして、本実施の形態の焼成炉 200 は、メタン改質器 53 を焼成炉本体 51 内に配設したため、メタン改質反応を焼成炉本体 51 内の燃焼ガスの有する熱の一部を使用しながら行うことにより、燃焼ガスの有する熱を有効に利用することができる。また、二酸化炭素固定器 55 は、内部に二酸化炭素を固定するための固定化剤 91 として水酸化ナトリウムを流入させ、内部で固定化剤 91 と残留ガス 76 とを接触させ、固定化剤 91 に残留ガス 76 中に含有される二酸化炭素を吸収させて、炭酸ナトリウムを生成させ、炭酸ナトリウムを含有する廃液 92 を外部に排出するように形成されている。また、固定化剤 91 としては、二酸化炭素と反応又は二酸化炭素を吸収することができれば特に制限されるものではなく、NaOH、Mg(OH)₂等を挙げることができる。また、各機器間は、所定の配管で繋がれ、各燃料、水蒸気等は、その配管内を流れて移動している。

【0064】

このように、本実施の形態の焼成炉 200 は、燃料電池 57 を備え、水素燃料 75 を含

有する燃料電池用水素 77 を使用して発電しているため、燃焼ガスが有する熱エネルギーの一部を電気エネルギーに効率的に変換することができる。つまり、燃焼ガスが有する熱を使用してメタン改質器 53 で水素を含有する改質ガス 74 を発生させ、水素分離器 54 により改質ガス 74 から水素燃料 75 を分離し、分離された水素燃料 75 の全量を燃料電池用水素 77 として燃料電池 57 で発電に使用することにより、燃焼ガスが有する熱エネルギーの一部を利用価値のより高い電気エネルギーに効率的に変換しているのである。燃料電池 57 は水素（燃料電池用水素）と酸素又は空気とを反応させることにより発電するものであるが、燃料電池用水素 77 として使用する水素燃料 75 は含有される水素の純度が高いため、効率的に発電を行うことができる。例えば、通常の水素を使用して燃料電池を発電させると電力効率が 40 % 程度であったものが、本実施の形態で使用する燃料電池 7 においては、電力効率が 60 ~ 70 % と飛躍的に高くなる。炭酸ガス排出量に関しては、燃料電池は、火力発電などと比較するとその熱エネルギーを電気エネルギーに変換する効率は 2 倍程度高い。ゆえに二酸化炭素排出量の低減のためには火力発電などに由来する電力ではなく、燃料電池由来の電力を用いれば、同じ電力量に対する炭酸ガス削減量は半減する。ゆえに、二酸化炭素の固定化をあえて行うこと無しに発生二酸化炭素の削減が可能である。二酸化炭素の固定化を行えば、さらに高い二酸化炭素削減効果を生じる。

【0065】

また、本実施の形態の焼成炉 200 によると、上記改質原料 73 をメタン改質触媒 56 で反応させたときに生成する二酸化炭素は、二酸化炭素固定器 55 により固定されるため、改質原料 73 から生成する二酸化炭素がガスの状態で外部に放出されることはない。ここで、メタン改質反応のための熱源としての燃焼ガスの有する熱とは、燃料 61 の燃焼熱のことであり、燃料 61 の燃焼時の放射熱や炉壁からの放熱も含まれる。また、セラミック焼成時に用いる窯道具を冷却するときに廃棄される熱等も使うことができる。

【0066】

本実施の形態の焼成炉 200 においては、残留ガス 76 に一酸化炭素等の燃焼可能な物質が含有されていることがあるため、このような燃焼可能な物質が含有されているときには、残留ガス 76 の一部又は全部を燃焼手段 52 で燃焼させてもよい。燃料の回収となるため好ましい。

【0067】

図 2 に示す、本実施の形態の焼成炉 200 における、焼成炉本体 51、燃焼手段 52、メタン改質器 53、水素分離器 54、二酸化炭素固定器 55、及び燃料電池 57 のそれぞれは、上述した図 1 に示す第一の発明の焼成炉 100 における、焼成炉本体 1、燃焼手段 2、メタン改質器 3、水素分離器 4 及び二酸化炭素固定器 5、燃料電池 7 のそれぞれの場合と同様に構成することが好ましく、これにより、同様の効果を得ることができる。そして、焼成炉本体 51 の内部にメタン改質器 53 が配設されている構造としては、図 5 に示す焼成炉本体 1 と同様の構成にすることが好ましく、これにより、同様の効果を得ることができる。但し、メタンを含有する燃料 61 はメタンを主成分とすることが好ましく、燃焼手段 52 は、メタンを主成分とする燃料 61 を効率的に燃焼させることができるものであることが好ましい。ここで「メタンを主成分とする」とは、メタンの含有率が 80（体積％）以上であることをいう。また、本実施の形態の焼成炉 200 は、水素燃料 75 の全量を燃料電池 57 における発電に使用するため、水素燃料 75 の一部を燃料 61 に混合するための分岐用の配管等は必要としない。

【0068】

図 2 に示す本実施の形態の焼成炉 200 は、焼成するときに要する熱量が 100 万 ~ 1 億（kJ / Hr）の、セラミックを焼成する焼成炉として好適に使用することができる。また、被焼成体としては、上記第一の発明の場合と同様に、セラミックハニカム構造体を好適に焼成することができる。

【0069】

次に、本発明の焼成方法（第三の発明）の一の実施の形態について図面を参照しながら説明する。図 3 は、本実施の形態の焼成方法に使用する焼成炉 300 を模式的に示すプロ

ックフロー図である。

【0070】

本実施の形態の焼成方法に使用する焼成炉 300 としては、図 3 に示すように、上述した本発明の焼成炉 100 (図 1 参照) と同様の焼成炉であることが好ましい。本実施の形態の焼成方法は、燃烧手段 102 にメタンを含む燃料 111 を流入させて燃烧させることにより燃烧ガスを発生させ、燃烧手段 102 で発生した燃烧ガスを焼成炉本体 101 内部に導入し、燃烧ガスにより、その内部に搬入された被焼成体を加熱して焼成する焼成方法である。そして、さらに内部にメタン改質触媒 106 が充填され、焼成炉本体 101 内に配設されたメタン改質器 103 に、メタンを主成分とする改質用メタン副燃料 121 及び水蒸気 122 からなる改質原料 123 を流入させ、改質原料 123 を燃烧ガスにより加熱しながらメタン改質触媒 106 に接触させることにより改質原料 123 の中のメタンと水蒸気 122 とを反応させて水素及び二酸化炭素からなる改質ガス 124 を生成させる。そして、さらにメタン改質器 103 で生成した改質ガス 124 を水素分離器 104 の内部に流入させて改質ガス 124 の中の水素を選択的に分離して水素を主成分とする水素燃料 125 と二酸化炭素を含有する残留ガス 126 とに分離させ、水素分離器 104 で分離された残留ガス 126 を二酸化炭素固定器 105 内に流入させ、残留ガス 126 の中の二酸化炭素をガスの状態で外部に放出されないように固定化剤 141 により固定化させ、燃烧手段 102 に、メタンを主成分とする混合用メタン主燃料 131 と水素分離器 104 で分離された水素燃料 125 (混合用水素燃料 128) との混合燃料 132 を流入、燃烧させて燃烧ガスを発生させることにより、燃烧ガス中の二酸化炭素含有量を低減させ、外部に排出される燃烧排ガス 112 中の二酸化炭素含有量を低減させることが可能な焼成方法である。燃烧排ガス 112 は外部に排出される。また、固定化剤 141 により二酸化炭素を固定化した後には、廃液 142 として外部に排出される。

【0071】

ここで、メタンを主成分とする混合用メタン主燃料 131 において、「メタンを主成分とする」とは、メタンの含有率が 80 (体積%) 以上であることをいう。また、水素を主成分とする水素燃料 125 の「水素を主成分とする」とは、水素の含有率が 50 (体積%) 以上であることをいう。

【0072】

このように、本実施の形態の焼成方法によると、燃烧手段 102 で燃烧させるメタンを含む燃料 111 として、混合用メタン主燃料 131 と、水素燃料 125 (混合用水素燃料 128) との混合燃料 132 を使用するようにしたため、混合燃料 132 (燃料 111) が燃烧させても二酸化炭素が発生しない水素 (混合用水素燃料 128) を含有する分だけ、二酸化炭素の発生を低減することができる。このとき、混合燃料 132 に含まれる水素の含有率 (水素/混合燃料) は、5~95 (体積%) が好ましく、25~75 (体積%) がさらに好ましい。5 (体積%) より少ないと、二酸化炭素低減効果が十分でないことがあり、95 (体積%) より多いときは、メタン改質反応を行うときに、燃烧ガスだけではなく、他にも熱源を必要とすることがある。また、上記改質原料 123 をメタン改質触媒 106 で反応させたときに生成する二酸化炭素は、二酸化炭素固定器 105 により固定されるため、改質原料 123 から生成する二酸化炭素がガスの状態で外部に放出されることはない。さらに、上記改質原料 123 をメタン改質触媒 106 で反応させるときの吸熱反応に必要な熱量として、焼成炉本体 101 内で燃烧ガスの熱量を使用するため、燃烧ガスの有する熱の一部を燃料の燃烧熱として回収して再利用することになり、燃料の総使用量を削減することができる。

【0073】

図 3 に示すように、本実施の形態の焼成方法に使用する焼成炉 300 は、さらに燃料電池 107 を備え、水素燃料 125 の一部を燃料電池用水素 127 として使用し、発電することが可能に構成されている。燃料電池 107 は水素 (燃料電池用水素) と酸素又は空気とを反応させることにより発電するものであり、本実施の形態の焼成方法 (第三の発明) においては、水素分離器 104 で分離して得た水素燃料 125 の一部を燃料電池用水素 1

27として分離し、これを燃料電池107に使用して発電することができる。水素燃料125は含有される水素の純度が高いため、その一部を燃料電池用水素127として使用することにより、燃料電池107で効率的に発電を行うことができる。例えば、通常の水素を使用して燃料電池を発電させると電力効率が40%程度であったものが、本実施の形態において燃料電池107で発電すると、電力効率が60～70%と飛躍的に向上する。また、水素分離器104で分離して得た水素燃料125の一部を混合用水素燃料128として最終的に燃焼手段102で燃焼させ、その残りを燃料電池用水素127として燃料電池107での発電に利用することにより、燃焼排ガス112に含有される二酸化炭素量を低減させると同時に、燃焼ガスの有する熱を有効に回収して発電に利用することができ、利用価値の高い電気エネルギーを得ることができる。

【0074】

炭酸ガス排出量に関しては、燃料電池は、火力発電などと比較するとその熱エネルギーを電気エネルギーに変換する効率は2倍程度高い。ゆえに二酸化炭素排出量の低減のためには火力発電などに由来する電力ではなく、燃料電池由来の電力を用いれば、同じ電力量に対する炭酸ガス削減量は半減する。ゆえに、二酸化炭素の固定化をあえて行うこと無しに発生二酸化炭素の削減が可能である。二酸化炭素の固定化を行えば、さらに高い二酸化炭素削減効果を生じる。

【0075】

水素燃料125は、その全量を混合用水素燃料128として使用してもよいし、混合用水素燃料128と燃料電池用水素127とに分けて使用してもよい。混合用水素燃料128と燃料電池用水素127とに分けるときの比率は特に限定されるものではなく、二酸化炭素の排出量と発電量とを適宜最適値になるようにバランスさせるようにすればよい。

【0076】

図3に示す、本実施の形態の焼成方法に使用する焼成炉300において、焼成炉本体101は、上記本発明の焼成炉100（図1参照）における焼成炉本体1の場合と同様に構成することが好ましく、焼成炉本体101にメタン改質器103が配設されている構造としては、図5に示す焼成炉本体1と同様に構成することが好ましい。これにより、同様の効果を得ることができる。また、焼成炉本体101は、所定量の被焼成体ずつを断続的に焼成するバッチ式であってもよいが、セラミック構造体等の被焼成体を連続的にその内部に搬入し、その被焼成体を内部で加熱、焼成した後に連続的にその外部に搬出する連続式の焼成炉本体101であることが好ましい。連続的に焼成を行うことにより、燃焼ガスの温度を定常的に安定させることができるため、焼成炉本体101内のメタン改質器103において、燃焼ガスの熱によりメタン改質反応を安定して行うことができ、それにより水素燃料125を安定して供給することができ、水素燃料125と混合用メタン主燃料131とを混合させることにより得られる混合燃料132を安定して燃焼手段102に供給することができる。

【0077】

また、本実施の形態の焼成方法により焼成する被焼成体としては食器・タイル・衛生陶器・ガインなどのセラミック、更にはセラミックハニカム構造体を好適に焼成することができる。ここで、セラミックハニカム構造体とは、セラミック製の、隔壁によって区画された流体の流路となる複数のセルを有するハニカム構造の構造体である。

【0078】

図3に示す、本実施の形態の焼成方法に使用する焼成炉300において、燃焼手段102、メタン改質器103、水素分離器104、二酸化炭素固定器105、及び燃料電池107は図1に示す、上記本発明の焼成炉100（第一の発明）における、燃焼手段2、メタン改質器3、水素分離器4、二酸化炭素固定器5及び燃料電池7の場合と同様に構成することが好ましく、これにより、同様の効果を得ることができる。

【0079】

本実施の形態の焼成方法においては、上述した図1に示す本発明の焼成炉100を使用して焼成する場合と同様に、燃焼手段102で燃焼させる燃料として、メタンを主成分と

する混合用メタン主燃料 131 と水素分離器 104 で分離された水素燃料 125 (混合用水素燃料 128) との混合燃料 132 を使用する。焼成炉 300 の運転のスタート時は、燃焼ガスの温度が安定していない状態 (燃焼ガスがまだ発生していない状態や徐々に増加している状態) であるため、メタン改質器 103 による反応を燃焼ガスを使用しながら行うことが困難であり、混合燃料 132 を使用するのには、燃焼ガスが定常的に排出されるようになってからでもよい。この場合、焼成炉 300 の運転のスタート時には、メタンを主成分とする混合用メタン主燃料 131 だけで焼成を行う。また、スタート時の燃焼ガスが定常的に排出されず、温度が安定していない状態のときには、メタン改質器 103 に、蒸気や電気等による他の加熱装置 (図示せず) を配設し、その加熱装置を使用しながらメタン改質器 103 を運転するようにしてもよい。

【0080】

本実施の形態の焼成方法は、セラミックを 100 万～1 億 (kJ/Hr) の熱量で焼成するときに好適に使用することができる。100 万 (kJ/Hr) よりも小さな設備の場合には、幾つかの小さな設備を組み合わせることで本発明を用いることもできる。100 万 (kJ/Hr) 以下の設備でも本発明は適用できるが、メタンの水蒸気改質設備が高額な現状では経済的ではない。

【0081】

本実施の形態の焼成方法においては、上述した図 1 に示す本発明の焼成炉 100 を使用して焼成する場合と同様に、改質用メタン副燃料 121 と混合用メタン主燃料 131 との体積比 (改質用メタン副燃料 121 : 混合用メタン主燃料 131) を 5 : 95～100 : 0 (体積比) とすることが好ましい。改質用メタン副燃料 121 の比が、5 (体積比) より小さいと、二酸化炭素が十分削減されないことがある。また、混合用メタン主燃料 131 及び改質用メタン副燃料 121 の中の少なくとも一方は液化天然ガス (LNG) とすることができる。LNG とすることにより、LNG の燃焼性の良さにより効率的に燃焼させることができ、また、LNG はクリーンで安価な燃料であり、燃焼により硫黄酸化物やダスト等の有害物質を発生しないため好ましい。

【0082】

本実施の形態の焼成方法として混合用メタン主燃料 131 と水素燃料 125 (混合用水素燃料 128) との混合燃料 132 を使用して燃焼手段 102 で燃焼させたとき (本実施の形態) と、メタンガス (メタン含有率が 100 (%) のガス) だけを燃料 111 として使用し、焼成手段 102 で燃焼させたとき (比較例) との、それぞれの燃料の使用量と発生熱量との違い及び、発生する二酸化炭素の量の違いを示すと、上述した図 1 に示す本発明の焼成炉 100 において同様の比較をした場合と同様の結果が得られる。すなわち、メタンガスを燃料 111 として燃焼させると、メタンガス 1 (Nm^3/Hr) の使用に対して 39800 (kJ/Hr) の熱量が得られるのに対し、本実施の形態の場合には、メタンガスの総使用量 (混合用メタン主燃料 131 と改質用メタン副燃料 121 との合計) が 0.9 (Nm^3/Hr) であるのに対して、得られる熱量が 40380 (kJ/Hr) となる。また、メタンガス 1 モルを燃焼させたときに発生する二酸化炭素の量は 1 モルである (理論量) ため、上記比較例の場合には、1 (Nm^3/Hr) の二酸化炭素が発生するのに対し、上記本実施の形態の場合は、0.5 (Nm^3/Hr) の二酸化炭素が発生することになる。従って、本実施の形態と、比較例の場合とを比較すると、燃焼手段 102 での燃焼により発生する熱量をほぼ同等 (本実施の形態のほうが若干大きい) にするために必要なメタンガスの使用量は、本実施の形態の場合が比較例の場合に対して 10% 削減され、さらに発生する二酸化炭素の量は、本実施の形態の場合が比較例の場合に対して 50% 削減されたことになる。

【0083】

次に、本発明の焼成方法 (第四の発明) の一の実施の形態について図面を参照しながら説明する。図 4 は、本実施の形態の焼成方法に使用する焼成炉 400 を模式的に示すブロックフロー図である。

【0084】

本実施の形態の焼成方法に使用する焼成炉400としては、図4に示すように、上述した本発明の焼成炉200（図2参照）と同様の焼成炉であることが好ましい。本実施の形態の焼成方法は、燃烧手段152にメタンを含む燃料161を流入させて燃烧させることにより燃烧ガスを発生させ、燃烧手段152で発生した燃烧ガスを焼成炉本体151内部に導入し、燃烧ガスにより、その内部に搬入された被焼成体を加熱して焼成する焼成方法である。そして、さらに内部にメタン改質触媒156が充填され、焼成炉本体151内に配設されたメタン改質器153に、メタンを主成分とする改質用メタン副燃料171及び水蒸気172からなる改質原料173を流入させ、改質原料173を燃烧ガスにより加熱しながらメタン改質触媒156に接触させることにより改質原料173の中のメタンと水蒸気172とを反応させて水素及び二酸化炭素からなる改質ガス174を生成させる。そして、さらにメタン改質器153で生成した改質ガス174を水素分離器154の内部に流入させて改質ガス174の中の水素を選択的に分離して水素を主成分とする水素燃料175と二酸化炭素を含有する残留ガス176とに分離させ、水素分離器154で分離された残留ガス176を二酸化炭素固定器155内に流入させ、残留ガス176の中の二酸化炭素をガスの状態で外部に放出されないように固定化剤191により固定化させ、水素分離器154で分離された水素燃料175を燃料電池用水素177として、燃料電池157に流入させて、燃料電池用水素177と酸素又は空気とを反応させることにより発電させ、これにより、燃烧ガスが有する熱を使用してメタン改質器153で水素を含有する改質ガス174を発生させ、水素分離器154により改質ガス174から水素燃料175を分離し、水素燃料175を燃料電池用水素177として燃料電池157で発電に使用し、燃烧ガスが有する熱エネルギーの一部を電気エネルギーに変換することが可能な焼成方法である。燃烧排ガス162は外部に排出される。また、固定化剤191により二酸化炭素を固定化した後は、廃液192として外部に排出される。

【0085】

このように本実施の形態の焼成方法によれば、水素燃料175の全量を燃料電池用水素177として使用し、燃料電池157により発電するため、燃烧ガスの有する熱を有効に回収して発電に利用することができ、より利用価値の高い電気エネルギーを得ることができる。水素燃料175は含有される水素の純度が高いため、燃料電池用水素177として使用することにより、燃料電池157で効率的に発電を行うことができる。例えば、通常の水素を使用して燃料電池を発電させると電力効率が40%程度であったものが、本実施の形態において燃料電池157で発電すると、電力効率が60～70%と飛躍的に向上する。

【0086】

また、本実施の形態の焼成方法によると、上記改質原料173をメタン改質触媒156で反応させたときに生成する二酸化炭素は、二酸化炭素固定器155により固定されるため、改質原料173から生成する二酸化炭素がガスの状態で外部に放出されることはない。

【0087】

図4に示す、本実施の形態の焼成方法に使用する焼成炉400において、焼成炉本体151は、図1に示す、上記本発明の焼成炉（第1の発明）における焼成炉本体1の場合と同様に構成することが好ましく、焼成炉本体151にメタン改質器153が配設されている構造としては、図5に示す焼成炉本体1と同様に構成することが好ましい。これにより、同様の効果を得ることができる。また、焼成炉本体151は、所定量の被焼成体ずつを断続的に焼成するバッチ式であってもよいが、セラミック構造体等の被焼成体を連続的にその内部に搬入し、その被焼成体を内部で加熱、焼成した後に連続的にその外部に搬出する連続式の焼成炉本体151であることが好ましい。連続的に焼成を行うことにより、焼成炉本体151内で燃烧ガスの温度を定常的に安定させることができるため、メタン改質器153において、燃烧ガスの熱によりメタン改質反応を安定して行うことができ、それにより水素燃料175を安定して供給することができ、安定して燃料電池157により発電することができる。

【0088】

また、本実施の形態の焼成方法により焼成する被焼成体としては食器・タイル・衛生陶器・ガイシなどのセラミック、更にはセラミックハニカム構造体を好適に焼成することができる。ここで、セラミックハニカム構造体とは、セラミック製の、隔壁によって区画された流体の流路となる複数のセルを有するハニカム構造の構造体である。

【0089】

図4に示す、本実施の形態の焼成方法に使用する焼成炉400において、燃烧手段152、メタン改質器153、水素分離器154、二酸化炭素固定器155、及び燃料電池157は図1に示す、上記本発明の焼成炉100（第一の発明）における、燃烧手段2、メタン改質器3、水素分離器4、二酸化炭素固定器5及び燃料電池7の場合と同様に構成することが好ましく、これにより、同様の効果を得ることができる。但し、メタンを含有する燃料161は、メタンを主成分とすることが好ましく、燃烧手段152は、メタンを主成分とする燃料161を効率的に燃烧させることができるものであることが好ましい。ここで、「メタンを主成分とする」とは、メタンの含有率が80（体積％）以上であることをいう。

【0090】

本実施の形態の焼成炉400においては、残留ガス176に一酸化炭素等の燃烧可能な物質が含有されていることがあるため、このような燃烧可能な物質が含有されているときには、残留ガス176の一部又は全部を燃烧手段152で燃烧させてもよい。燃料の回収となるため好ましい。

【0091】

本実施の形態の焼成方法は、セラミックを100万～1億（kJ/Hr）の熱量で焼成するときに好適に使用することができる。100万（kJ/Hr）よりも小さな設備の場合には、幾つかの小さな設備を組み合わせることで本発明を用いることもできる。100万（kJ/Hr）以下の設備でも本発明は適用できるが、メタンの水蒸気改質設備が高額な現状では経済的ではない。

【産業上の利用可能性】

【0092】

窯業等において、セラミック等を焼成する焼成炉として利用することができ、これにより、当該焼成炉で発生させる燃烧ガスが有する熱を有効に利用、回収することが可能となり、燃烧排ガスに含有される二酸化炭素を低減させ、大気中に放出される二酸化炭素量を低減することが可能となり、さらに燃料コストを低減することが可能となる。また、燃烧ガスの熱エネルギーを回収して利用することにより燃料電池で発電を行うことが可能となる。

【図面の簡単な説明】

【0093】

【図1】本発明の焼成炉（第一の発明）の一の実施の形態を模式的に示すブロックフロー図である。

【図2】本発明の焼成炉（第二の発明）の一の実施の形態を模式的に示すブロックフロー図である。

【図3】本発明の焼成方法（第三の発明）の一の実施の形態に使用する焼成炉を模式的に示すブロックフロー図である。

【図4】本発明の焼成方法（第四の発明）の一の実施の形態に使用する焼成炉を模式的に示すブロックフロー図である。

【図5】本発明の焼成炉（第一の発明）の一の実施の形態に使用する焼成炉本体を模式的に示し、その長手方向に垂直な平面で切断した断面図である。

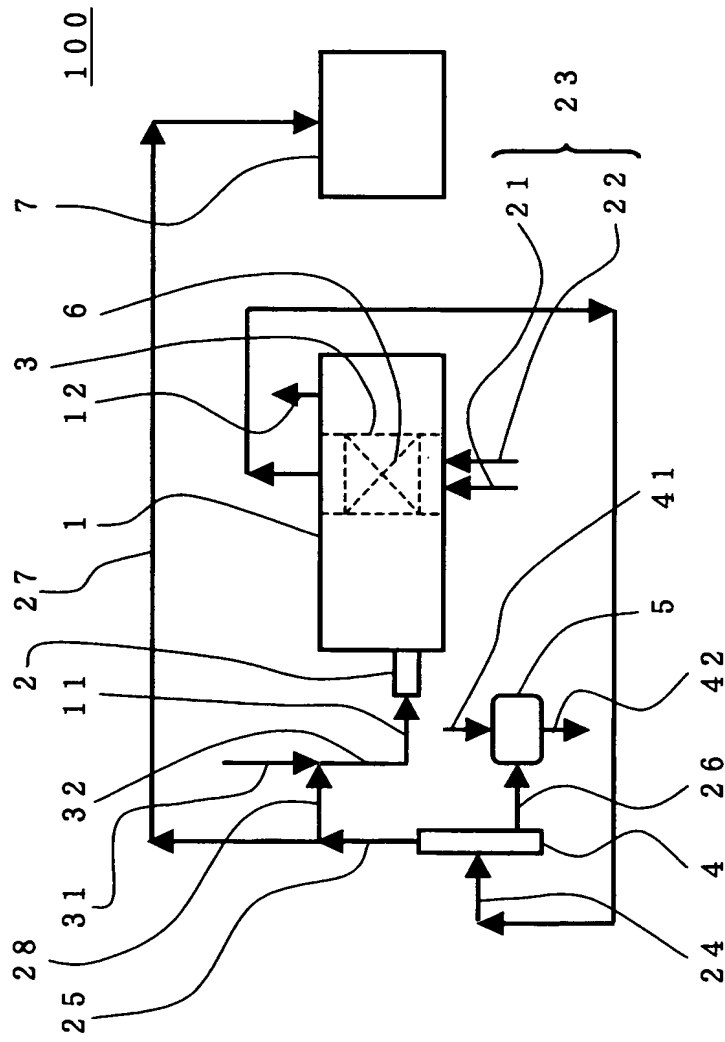
【図6】本発明の焼成炉（第一の発明）の一の実施の形態に使用する焼成炉本体を模式的に示し、その長手方向に垂直な平面で切断した断面図である。

【符号の説明】

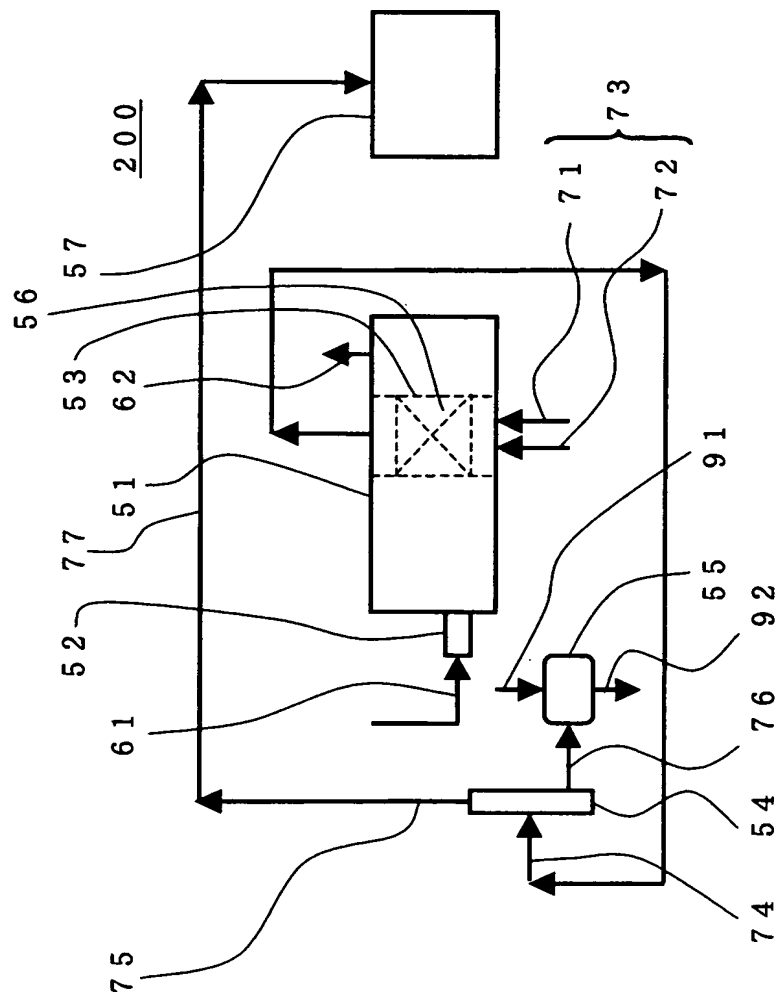
【0094】

1, 51, 101, 151…焼成炉本体、1a…外周壁、1b…内側炉壁、2, 52, 102, 152…燃焼手段、3, 53, 103, 153…メタン改質器、3a…改質反応管、4, 54, 104, 154…水素分離器、5, 55, 105, 155…二酸化炭素固定器、6, 56, 106, 156…メタン改質触媒、7, 57, 107, 157…燃料電池、11, 61, 111, 161…燃料、12, 62, 112, 162…燃焼排ガス、21, 71, 121, 171…改質用メタン副燃料、22, 72, 122, 172…水蒸気、23, 73, 123, 173…改質原料、24, 74, 124, 174…改質ガス、25, 75, 125, 175…水素燃料、26, 76, 126, 176…残留ガス、27, 77, 127, 177…燃料電池用水素、28, 128…混合用水素燃料、31, 131…混合用メタン主燃料、32, 132…混合燃料、41, 91, 141, 191…固定化剤、42, 92, 142, 192…廃液、43, 93, 143, 193…改質器排ガス、100, 200, 300, 400…焼成炉、m…被焼成体、B…ベルトコンベア。

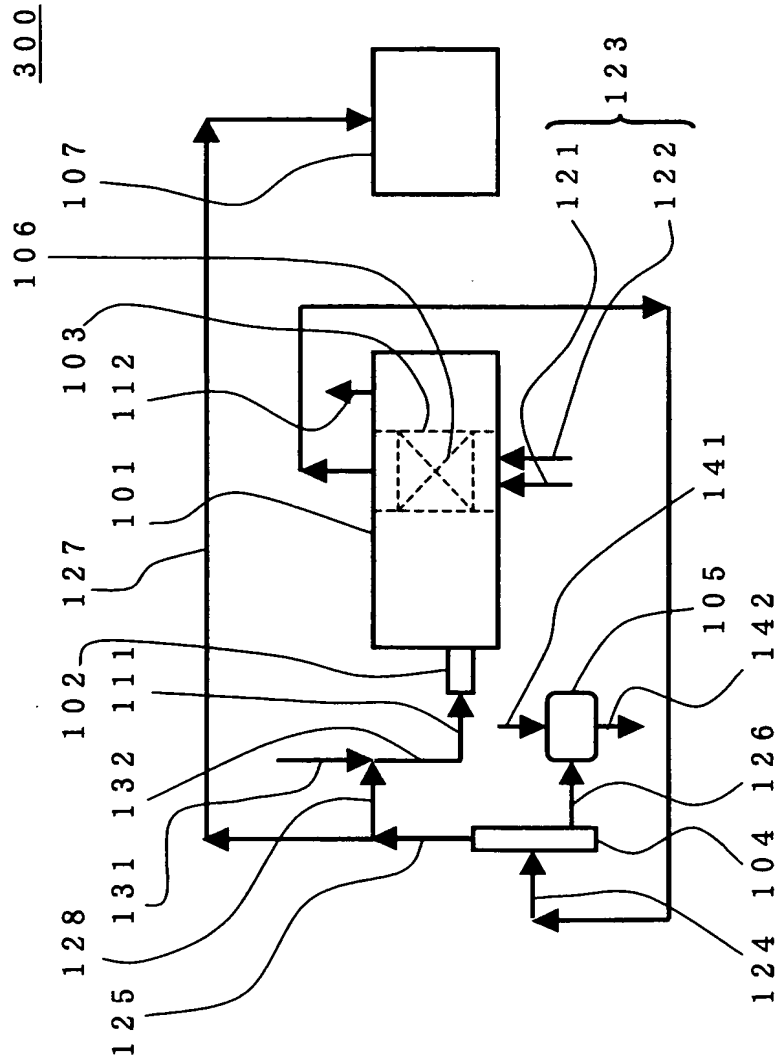
【書類名】 図面
【図 1】



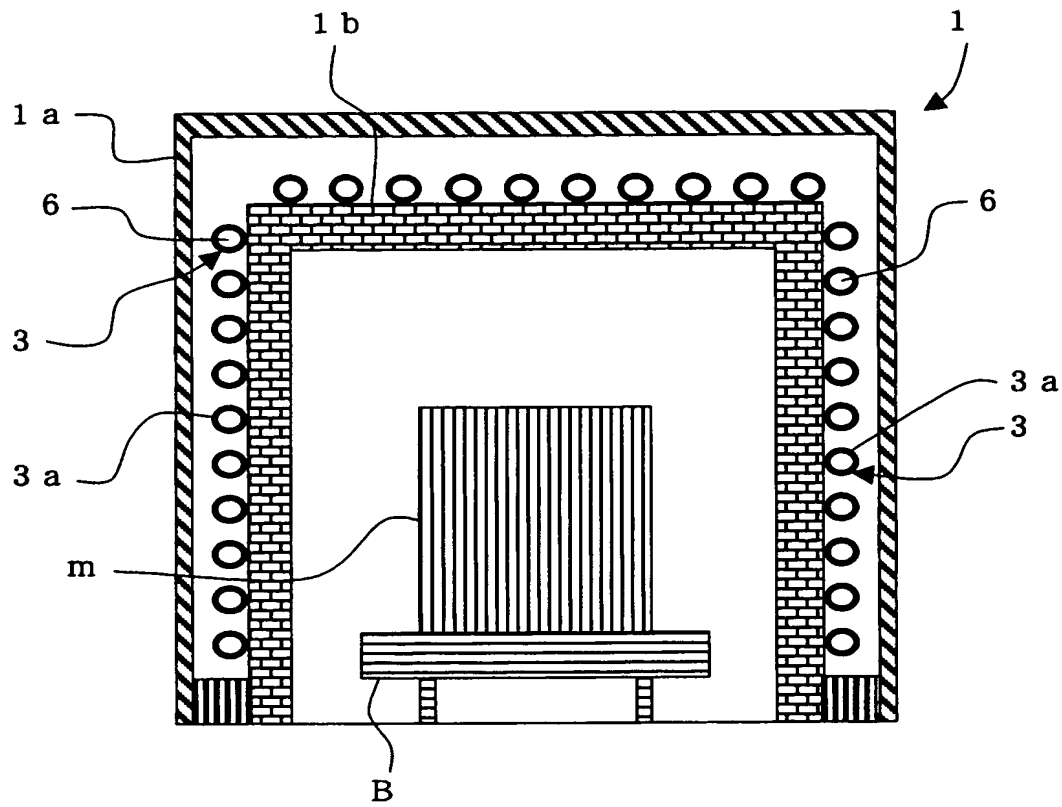
【圖 2】



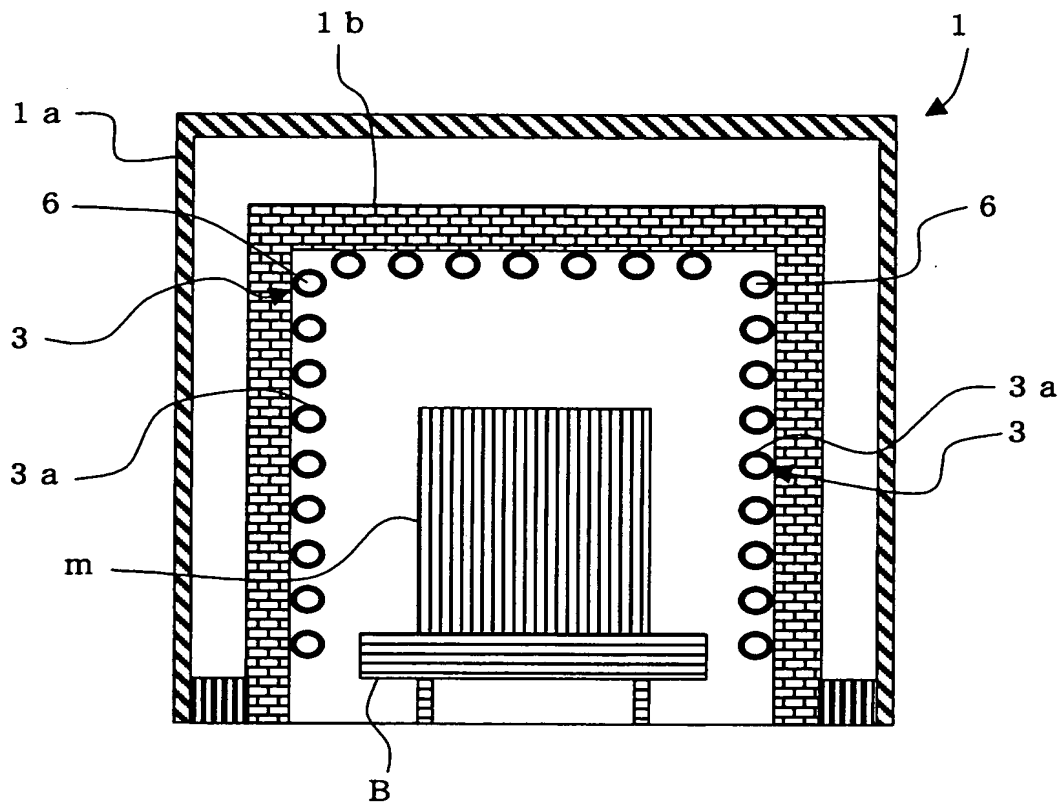
【図 3】



【図 5】



【図 6】



【書類名】 要約書**【要約】**

【課題】 メタン含有燃料の燃焼により発生する燃焼ガスの熱量を有効に利用し、燃焼排ガス中の含有二酸化炭素量を大幅に削減し、燃料コストを削減することが可能な焼成炉を提供する。

【解決手段】 燃料 1 1 を燃焼させる燃焼手段 2 と、被焼成体を燃焼ガスにより焼成する焼成炉本体 1 と、焼成炉本体 1 内に配設され、改質用メタン副燃料 2 1 及び水蒸気 2 2 からなる改質原料 2 3 を、燃焼ガスで加熱しながら内部に充填されたメタン改質触媒 6 により反応させて、水素及び二酸化炭素からなる改質ガス 2 4 を生成させるメタン改質器 3 と、改質ガス 2 4 を水素燃料 2 5 と残留ガス 2 6 とに分離する水素分離器 4 と、残留ガス 2 6 中の二酸化炭素を固定化する二酸化炭素固定器 5 とを備え、燃焼手段 2 が混合用メタン主燃料 3 1 と水素燃料 2 5 との混合燃料 3 2 を燃焼させる焼成炉 1 0 0。

【選択図】 図 1

認定・付加情報

特許出願の番号	特願 2 0 0 4 - 0 2 0 3 9 7
受付番号	5 0 4 0 0 1 4 3 1 8 5
書類名	特許願
担当官	第五担当上席 0 0 9 4
作成日	平成 1 6 年 2 月 2 日

< 認定情報・付加情報 >

【特許出願人】

【識別番号】	000004064
【住所又は居所】	愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号
【氏名又は名称】	日本碍子株式会社

【代理人】

【識別番号】	100088616
【住所又は居所】	東京都台東区浅草橋 3 丁目 2 0 番 1 8 号 第 8 菊 星タワービル 3 階 渡邊一平国際特許事務所
【氏名又は名称】	渡邊 一平

特願 2 0 0 4 - 0 2 0 3 9 7

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[0 0 0 0 0 4 0 6 4]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 2 4 日

[変更理由]

新規登録

住 所

愛知県名古屋市瑞穂区須田町 2 番 5 6 号

氏 名

日本碍子株式会社